

CAI
ms
-2018

3 1761 11550276 7



Hydrogen Power



Natural Resources Canada Ressources naturelles Canada

Canada

An Alternative Transportation Fuel for Canada

What is hydrogen, and where does it come from?

Hydrogen, a highly flammable gas, is the simplest, lightest and most abundant element in the universe.

Most hydrogen is bonded to other chemical elements in water, rock, petroleum and literally thousands of other compounds. When separated from these elements, hydrogen gas (H_2) becomes an important commodity that has many uses, including the production of ammonia and methanol, as rocket fuel, and in petroleum refining. Hydrogen also has great promise as an alternative transportation fuel.

How do we produce hydrogen?

Hydrogen gas can be recovered through a variety of chemical and biological processes. For example, hydrogen is a by-product of reforming high-temperature steam with natural gas, petroleum, coal or other hydrocarbons. Hydrogen produced in this way is used to improve the quality of diesel and jet fuel or increase the yield of light fuels.

Hydrogen can also be recovered through the electrolysis of water, which makes it a potentially renewable source of energy. An electric current is passed between two electrodes in a cell containing water, causing the water to break down into hydrogen and oxygen. These gases collect at the electrodes, where they can be captured and stored.

Research is ongoing into other ways of producing hydrogen, including using bacteria and algae to split water and concentrating solar radiation to provide the energy needed to split water into hydrogen and oxygen.

How can hydrogen power be used for transportation?

Hydrogen vehicles are not yet an option for consumers. However, exciting progress is being made as research continues in Canada and elsewhere.

With minor changes, modern gasoline engines are capable of exploiting the unique chemistry and excellent energy properties of hydrogen. However, conventional vehicles would require major changes to accommodate the larger, heavier and more complex hydrogen storage system. Safety concerns are different when handling hydrogen but, overall, hydrogen is as safe as gasoline.

A very practical way to use hydrogen is in fuel cells. With this technology, the process for producing hydrogen by electrolysis is reversed; hydrogen and oxygen are combined (rather than split) to produce electricity and water. Manned spacecraft already use this technology for their power supply.

How advanced is fuel cell technology?

A Canadian company—Ballard Power Systems of North Vancouver—is a world leader in the field of fuel-cell technology.

With financial support from Natural Resources Canada, the Department of National Defence and the Government of British Columbia, Ballard Power Systems has developed a fuel cell that can produce sufficient electricity to propel a city bus powered by an electric motor. This technology offers perhaps the greatest long-term potential for hydrogen as a transportation fuel.

Ballard and New Flyer Industries of Winnipeg plan to produce a full-size electric bus powered by a hydrogen fuel cell. Trials of the fuel-cell bus, which will have the passenger capacity of a conventional bus and a range of more than 500 kilometres, are currently planned for Vancouver and Chicago in 1998.

What are the environmental benefits of hydrogen?

Research shows that the combustion of gasoline and hydrogen in a gasoline engine can reduce vehicle emissions. Tests have also shown that using hydrogen to start gasoline engines and to quickly warm their pollution control catalysts reduces the high level of exhaust emissions normally encountered in starting cold engines. Technology is currently being developed which could provide hydrogen from on-board generators to help manufacturers meet increasingly strict emission control standards.

Fuel-cell vehicles—such as the proposed Ballard electric bus—will produce no atmospheric emissions and could also be very effective in improving urban air quality.

Mixtures of hydrogen and natural gas (hythane) have also proven to be very effective in reducing tail pipe emissions in cars, trucks and buses. Buses that use this mixed fuel are currently being tested in Montréal and in several cities in the United States.

What are the main barriers to using hydrogen as a transportation fuel?

Kilogram for kilogram, hydrogen is a high energy fuel compared to gasoline and other conventional fuels. However, because it is a gas at normal temperatures, hydrogen has less energy per unit of volume. Vehicles using this fuel have severe range limitations compared to conventional or some other alternative fuels. On the other hand, compressed hydrogen stores energy much more efficiently than electric batteries.

Some automobile manufacturers are experimenting with the use of liquid hydrogen as a vehicle fuel. Liquid hydrogen takes up much less space and adds less weight than compressed hydrogen, and it may some day find its niche as a fuel for long-range buses and trucks.

An alternative for using hydrogen in vehicles is to store the hydrogen in combination with metals and alloys. In this process, hydrogen is released by heating the resulting metal hydride. A bus developed for the 1996 Olympic Games in Atlanta uses this storage technique.

Metal hydrides are heavy; this places them at a disadvantage for some transportation applications. However, they appear to be ideal for forklift trucks and mining vehicles, where additional weight can be an advantage.

Another option is to reform liquid hydrocarbon fuels on board the vehicle to produce hydrogen. However, with current technology, this process is more complex and requires higher temperatures.

What is the future of hydrogen?

Hydrogen has exciting long-term potential as an alternative transportation fuel. However, while technology developments like the Ballard fuel cell are extremely encouraging, large-scale commercial production and distribution of hydrogen fuel will take some time. Researchers will be challenged to develop practical, cost-effective and convenient hydrogen vehicles that will provide consumers access to this abundant and environmentally friendly energy source.

How can I get more information on hydrogen as a transportation fuel?

NRCAN has published a series of booklets on alternative transportation fuels, including a booklet entitled *Electric and Hydrogen Power*. For your free copy of this booklet or for information on other alternative transportation fuels, write or fax your request to

Energy Publications
c/o Canada Communication Group
Ottawa, Ontario K1A 0S9
Fax: (819) 994-1498

or call NRCAN's toll-free publication line at 1-800-387-2000.

Cat. No.: M27-74/2-1996-2
ISBN: 0-662-62419-x



Carburants de
remplacement

L'hydrogène



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Une source d'énergie renouvelable pour le transport au Canada

D'où vient l'hydrogène ?

La plus grande partie de l'hydrogène qui nous entoure est combinée à d'autres éléments chimiques dans l'eau, les roches, le pétrole et des milliers d'autres composés. C'est l'élément le plus simple, le plus léger et le plus abondant de l'univers. Décomposé sous sa forme H_2 , l'hydrogène devient un gaz important très utilisé dans la fabrication de l'ammoniac, du méthanol et du carburateur et intervient dans le raffinage du pétrole. L'hydrogène a un brillant avenir en tant que source d'énergie renouvelable pour le transport.

Comment produit-on l'hydrogène ?

L'hydrogène peut être récupéré par divers procédés chimiques et biologiques. Par exemple, lorsque de la vapeur à haute température réagit du gaz naturel, des produits pétroliers, de la houille ou d'autres hydrocarbures, l'un des sous-produits est l'hydrogène. L'hydrogène produit de cette façon sert à améliorer la qualité du carburant diesel et du carburateur, ainsi que le rendement des carburants légers.

L'hydrogène peut également être produit à partir de l'électrolyse de l'eau, ce qui en fait une source possible d'énergie renouvelable. Le passage d'un courant électrique entre deux électrodes dans une cellule contenant de l'eau provoque la séparation de l'eau entre ses éléments, l'hydrogène et l'oxygène. Ces gaz s'accumulent aux électrodes et peuvent être recueillis et stockés.

Les chercheurs étudient d'autres façons de produire de l'hydrogène. Parmi les possibilités, mentionnons l'utilisation de bactéries et d'algues pour séparer l'eau, et la concentration de rayonnements solaires pour fournir l'énergie nécessaire à la décomposition de l'eau en hydrogène et en oxygène.

L'hydrogène convient-il au transport ?

Les véhicules alimentés à l'hydrogène ne sont pas encore offerts sur le marché, mais on assiste à d'importantes percées et la recherche se poursuit tant au Canada qu'à l'étranger.

Les moteurs à essence modernes n'ont besoin que de quelques modifications mineures pour exploiter la chimie et les propriétés particulières de l'hydrogène, mais en raison du poids beaucoup plus élevé et du volume du système de stockage de l'hydrogène, des changements majeurs doivent être apportés à la carrosserie. Bien que les précautions de sécurité soient différentes pour sa manutention, en règle générale, l'hydrogène est une source d'énergie renouvelable sûre.

Les piles à combustible constituent une application très pratique de l'hydrogène. La technologie des piles à combustible inverse le procédé de production de l'hydrogène par électrolyse et permet à l'hydrogène et à l'oxygène de se combiner (plutôt que de se séparer) pour produire de l'électricité et de l'eau. Les engins spatiaux ayant un équipage à bord utilisent déjà cette technologie pour produire de l'électricité.

La technologie des piles à combustible est-elle très avancée ?

La société canadienne Ballard Power Systems de North Vancouver est un chef de file mondial dans la technologie des piles à combustible.

Avec l'aide financière de Ressources naturelles Canada, du ministère de la Défense nationale et du gouvernement de la Colombie-Britannique, Ballard Power Systems a mis au point une pile à combustible qui peut produire suffisamment d'électricité pour alimenter un autobus urbain équipé d'un moteur électrique. Cette technologie est la plus prometteuse à long terme pour l'hydrogène en tant que source d'énergie renouvelable pour le transport.

Ballard travaille en association avec New Flyer Industries de Winnipeg pour mettre sur le marché un autobus électrique de 12 mètres alimenté au moyen de piles à hydrogène. L'autobus aura la capacité de voyageurs d'un autobus classique ainsi qu'une autonomie de plus de 500 km; les essais auront lieu à Vancouver et à Chicago en 1998.

Est-il sûr pour l'environnement ?

La recherche montre que la combustion de l'essence et de l'hydrogène dans un moteur à essence peut entraîner une réduction des émissions des véhicules. Elle montre également que l'utilisation d'hydrogène pour faire démarrer des moteurs à essence et pour réchauffer le catalyseur antipollution réduit rapidement le niveau des émissions d'échappement des moteurs froids au démarrage. On met au point une technologie qui assurerait la distribution d'hydrogène à partir de générateurs d'hydrogène à bord pour aider les fabricants à respecter les normes de plus en plus sévères.

Les véhicules à piles à combustible – tel celui de Ballard – ne produiront aucune émission atmosphérique et pourraient également améliorer de façon marquée la qualité de l'air dans les villes.

Les mélanges d'hydrogène et de gaz naturel («hydrothane») se sont révélés très efficaces pour réduire les émissions des tuyaux d'échappement des voitures, des camions et des autobus. Des véhicules fonctionnant au moyen de ces mélanges de carburant sont actuellement mis à l'essai à Montréal et dans plusieurs endroits aux États-Unis.

Quelles sont les embûches ?

Kilogramme pour kilogramme, l'hydrogène est un puissant carburant si on le compare à des carburants classiques. Toutefois, en raison de sa nature gazeuse à des températures normales, l'hydrogène ne renferme qu'une faible quantité d'énergie par unité de volume. Les véhicules alimentés à l'hydrogène présentent donc des limites d'autonomie. En revanche, l'hydrogène comprimé stocke l'énergie de manière plus efficace que les accumulateurs électriques.

Certains fabricants d'automobiles ont recours à l'hydrogène liquide en tant que carburant de transport dans des véhicules expérimentaux. L'hydrogène liquide pourrait trouver sa principale vocation comme carburant pour les autobus et les camions parcourant de longues distances étant donné que son volume et son poids sont bien inférieurs à ceux de l'hydrogène comprimé.

L'une des solutions de remplacement à l'utilisation de l'hydrogène dans les véhicules consiste à stocker

l'hydrogène dans certains métaux et alliages et à le libérer en chauffant l'hydruure métallique qui en résulte. Un autobus conçu pour les Jeux Olympiques d'Atlanta en 1996 utilise cette technique de stockage.

Malheureusement, tous les hydruures métalliques sont lourds, ce qui présente un inconvénient pour certaines applications. Par contre, ils semblent être la méthode de stockage idéale pour les chariots élévateurs à fourche et les véhicules miniers pour lesquels un surplus de poids constitue un avantage.

La fabrication de l'hydrogène à partir du reformage des carburants hydrocarbonés liquides à bord des véhicules est également possible, mais le procédé est plus compliqué.

Quelles sont les perspectives d'avenir ?

À long terme, l'hydrogène a un brillant avenir en tant que source d'énergie renouvelable pour le transport. Toutefois, si les percées technologiques comme la pile à combustible Ballard sont fort encourageantes, la production et la distribution commerciales à grande échelle de cette technologie semblent peu probables à court terme. Ces véhicules devront être pratiques et rentables pour permettre aux consommateurs d'avoir accès à cette source d'énergie abondante et écologique.

Où trouver l'information ?

Ressources naturelles Canada a publié une série de brochures sur les carburants de transport, notamment une brochure sur l'alimentation des véhicules à l'électricité et à l'hydrogène. Pour obtenir gratuitement un exemplaire de cette brochure ou des renseignements sur les carburants de remplacement, adressez-vous par écrit à

Publications Éconergie
Groupe Communication Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0S9
Télécopieur : (819) 994-1498

ou communiquez par téléphone en appelant sans frais le service des publications, au numéro 1-800-387-2000.

N° de cat.: M27-74/2-1996-2
ISBN : 0-662-62419-X